

В.І. БОРОДІН, канд. техн. наук, Північно-Східного наукового Центру,
І.В. ХИТРОВА, канд. техн. наук, доцент,
О.В. ЛУК'ЯНОВ, магістрант, НТУ «ХПІ», м. Харків

ПІДВИЩЕННЯ АДСОРБЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ СОРБЕНТУ ШЛЯХОМ МОДИФІКАЦІЇ ВУГЛЕЦЕВОГО ВОЛОКНА

В статті розглянута методика отримання модифікованого вуглецевого волокнистого адсорбенту (ВВА), проведено дослідження адсорбційних характеристик вихідного і модифікованого ВВА; наведені експериментально отримані ізотерми адсорбції. За результатами проведених досліджень зроблені висновки відносно ефективності застосування ВВА.

The article deals with methods of obtaining the modified carbon fiber adsorbent (CFA), a study of adsorption characteristics of the original and modified CFA. The experimental adsorption isotherms obtained and documented test developed industrial adsorbents for purification of air emissions from the camera painting cars. According to the results of the studies conclusions regarding the effectiveness of CFA.

В адсорбційних установках для уловлення парів органічних розчинників у якості адсорбенту використовується гранульоване активоване вугілля, яке має деякі недоліки, а саме: невелика адсорбційна ємність при низьких концентраціях розчинників і низька продуктивність, що призводить до великих габаритів очисного обладнання і значних капітальних витрат [1].

На заміну вугілля пропонується використання нових вискоефективних вуглецевих волокнистих адсорбентів (ВВА), які позбавлені недоліків, що зазначені вище. При використанні ВВА маса адсорбенту у порівнянні з гранульованим активованим вугіллем зменшується у 15 – 100 разів, а апарату – у 10 разів, що робить адсорбційні установки більш компактними [2]. Крім того, швидкість адсорбції на них у 10 – 100 разів перевищує швидкість на гранульованому активованому вугіллі, що дозволяє зменшити тривалість циклу адсорбція – десорбція на 80. Це і обумовлює перспективність використання вуглецевих волокнистих адсорбентів для очищення великих об'ємів вентиляційних викидів з низьким вмістом органічних розчинників.

Мета роботи – розробка методу модифікації вуглецевого волокнистого адсорбенту метаном при 600 – 900 °С на основі промислового зразка з метою підвищення його адсорбційної здатності.

Для модифікації у якості вихідного ВВА використовували тканину марки бусофіт ТУ – 88 БССР 180 – 190 виробництва Чернігівського АТ «Хімволокно».

Модифікування вихідного ВВА проводилось у дві стадії: на першій стадії проводилось осадження вуглецю з газової фази при термічному розкладанні метану. На другій стадії отриманий зразок з осадженим вуглецем піддавався активуванню водяною парою. Цей метод модифікування ВВА був обраний тому, що він являє практичний інтерес, так як дозволяє покращити адсорбційні властивості і у деякій мірі змінювати структурні характеристики ВВА.

Модифікування проводили на установці, що схематично зображена на рис. 1. Процес осадження вуглецю на ВВА здійснювали у проточному трубчастому кварцовому реакторі 1, що нагрівався зовні за допомогою потенціометра-самописця 2 типу 1-10. Температуру в реакторі контролювали за допомогою платино – паладієвої термопари 3 і підтримували постійною під час експерименту з точністю 5 °С.

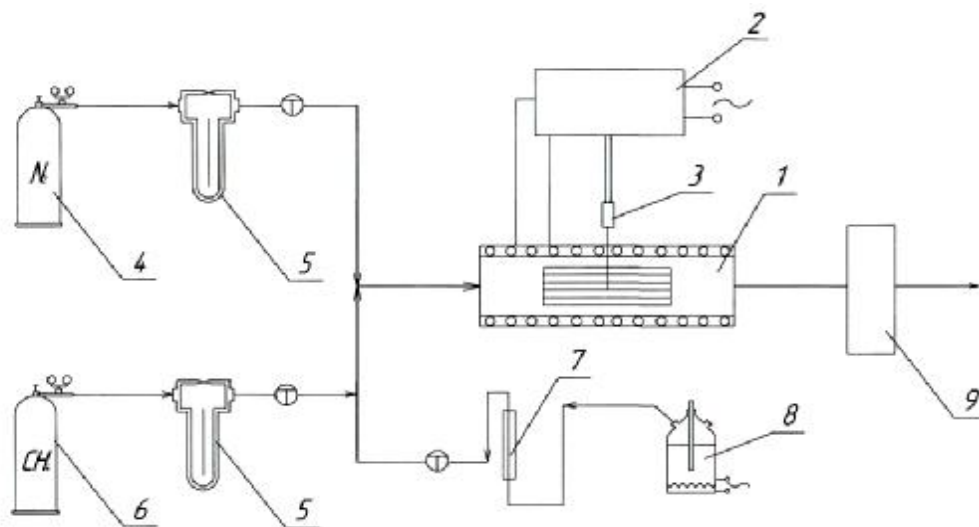


Рис. 1. Схема експериментальної установки модифікування ВВА

- 1 – реактор; 2 – потенціометр; 3 – платинова термопара; 4 – балон з азотом;
5 – реометр; 6 – балон з метаном; 7 – ротаметр; 8 – пароперетворювач;
9 – спонукач тяги.

Активування водяною парою поводи́ли при 800 °С. Водяну пару отримували у пароперетворювачі 8 і подавали в кварцовий реактор 1, в який попередньо помістили зважений зразок ВВА з осадженим вуглецем.

Спираючись на чисельні літературні дані [2, 3, 4], ВВА макропористими адсорбентами з невеликим об'ємом мезопор. Саме тому дослідження адсорбційних характеристик вихідного і активованого ВВА являє собою експериментальне визначення ізоTERM адсорбції за стандартною речовиною – бензолом при 20 °С. Для отримання ізоTERM адсорбції нами був обраний експериментальний метод, який є дуже простим в апаратурному оформленні і водночас дозволяє отримати достовірні дані.

Отримані дані по адсорбції бензолу інтерпретували у вигляді ізоTERM адсорбції в координатах $A - p/p_s$ (де p – рівноважний відносний тиск парів бензолу (мм рт. ст.), p_s тиск насичених парів бензолу при температурі дослідів (мм рт. ст.)), які наведені на рис. 2.

Для шести значень відносних тисків p/p_s (0,45; 0,50; 0,55; 0,60; 0,65; 0,70) були знайдені відповідні значення адсорбційної здатності A , ммоль/г (за експериментальними ізоTERмами адсорбції даних адсорбентів), і відповідні значення γ (питома адсорбція), ммоль/м²; побудовані графіки залежності $A = f(\gamma)$, зображені на рис. 3.

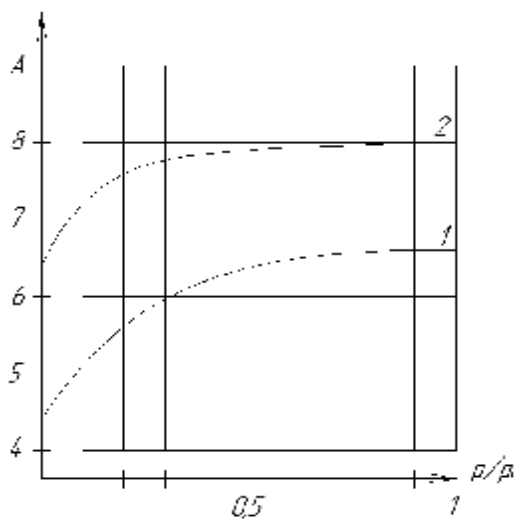


Рис. 2. ІзоТЕРми адсорбції бензолу при 20 °С вихідним (1) модифікованим (2) вуглецевим волокнистим адсорбентом

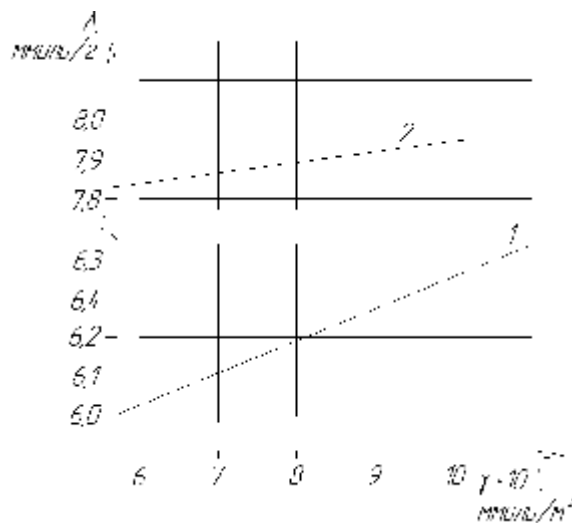


Рис. 3. Графіки залежності $A = f(\gamma)$ для вихідного (1) та модифікованого (2) ВВА

Використовуючи метод найменших квадратів (МНК), були отримані значення питомих площ поверхонь мезопор, які склали для вихідного ВВА 85,5 м²/г, а для модифікованого – 28,3 м²/г.

На наступному етапі розраховувались параметри пористої структури вихідного і модифікованого ВВА, значення яких наведені в таблиці.

Параметри пористої структури вуглецевих волокон

Об'єм пор, см ³ /г	Вихідний ВВА	Модифікований ВВА
V_{mi}	0,491	0,683
V_{me}	0,103	0,032
V_s	0,595	0,715
S_{me} , м ² /г	85,5	28,3

Дані параметри свідчать про те, що адсорбційна здатність модифікованого ВВА збільшилась у порівнянні з вихідним за рахунок збільшення об'єму мікропор. Крім цього, спостерігається значне зменшення поверхні і об'єму мезопор при модифікуванні вихідного ВВА.

Запропонований метод модифікування ВВА може бути використаний для реактивації адсорбенту (відновлення адсорбційної здатності), тому що десорбцію проводять водяною парою, в наслідок чого відбувається часткове випаровування вуглецю з мікропор з утворенням мезопор, що значно зменшує адсорбційну здатність ВВА.

Висновки.

В процесі експерименту встановлено, що основний внесок у погіршення адсорбційних властивостей адсорбенту робить величина питомих площ поверхонь мезопор.

Було обрано метод модифікування ВВА, що дозволяє покращити адсорбційні властивості і у деякій мірі змінювати структурні характеристики ВВА.

Експериментально були отримані значення питомих площ поверхонь мезопор, які склали для вихідного ВВА 85,5 м²/г, а для модифікованого – 28,3 м²/г, що вказує на значне підвищення адсорбційної здатності модифікованого ВВА.

Список літератури: 1. Дворецький Г.В. Унікальні властивості вуглецевих волокнистих адсорбентів / Г.В. Дворецький, В.В. Литвинська, В.В. Чебикін // Технічний текстиль. – 2003. – № 7. – С. 24 – 26. 2. Родионов А. И. Техника защиты окружающей среды: учебник для вузов / А.И. Родионов, В.Н.Клушин, Н.С.Торочешников. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Химия, 1989. – 512 с. 3. Фролов Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. – М.: Химия, 1982. – 246 с. 4. Дубинин М.М. Современное состояние теории объемного заполнения микропор углеродных адсорбентов / М.М. Дубинин // Изв. АН СССР. – (Сер. «Химия»). – 1991. – № 3. – С. 48 – 51.

Надійшла до редколегії 31.03.10